

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СТАРЕНИЯ СПЛАВА Cu-0.7%Cr-0.2Zr ПОСЛЕ РКУ ПРЕССОВАНИЯ

Аксенов Д.А., Фаизова С.Н., Рааб Г.И., Кулясова О.Б., Саркеева Е.А.

Институт физики перспективных материалов при УГАТУ, г.Уфа.

snfaiz@mail.ru, spirit13@bk.ru

Среди медных сплавов можно выделить отдельную категорию низколегированных сплавов, созданных для решения специальной задачи – повышения прочности с сохранением достаточно высокого значения электропроводности. Методы интенсивной пластической деформации (ИПД) позволяют улучшить значения функциональных свойств, а именно сочетание прочности и электропроводности. Как известно медные сплавы обрабатываются по трехстадийной схеме. На первом этапе проводится высокотемпературный отжиг с закалкой, затем деформационная обработка и в заключении дополнительный отжиг (старение). На втором этапе нами была заменена традиционная технология обработки методом ИПД – равноканальным угловым прессованием (РКУП). При изменении технологии деформационной обработки материала необходимо заново оптимизировать режимы обработки на первом и последнем этапе, чему и была посвящена данная работа.

За исходное состояние был взят сплав системы Cu-Cr после промышленной обработки. Для снятия механических напряжений и получения пересыщенного твердого раствора был проведен высокотемпературный отжиг при 1050°C в течении 5 (состояние 1) и 10 (состояние 2) часов. После чего два полученных состояния были подвержены РКУП до 8 проходов. В заключении для выбора оптимального режима старения были проведены отжики при 200, 300, 400, 450 и 500°C. Старение материала проводилось поэтапно в течении 10 часов.

Состояние 1.

Как показали исследования, после проведения высокотемпературного отжига после 5 часов образуется структура с крупными зернами средним размером 90 мкм. После 1 прохода РКУП структура сильно измельчается и при дальнейшей деформации до 8 прохода размер структурных составляющих уменьшается незначительно и достигает значения порядка 170 нм. После старения размер структурных составляющих изменяется не значительно, что связано с наличием мелких частиц на границах. Средний размер структурных составляющих после постдеформационной термообработки для обоих состояний составляет 200 нм.

После высокотемпературного отжига с последующей закалкой формируются частицы вторичных фаз –крупные средним размером 110 нм и мелкие средним размером 15 нм. Расстояние между частицами 300 нм. РКУП приводит к растворению крупных частиц и повышению доли мелких размером 15 нм, располагающихся на расстоянии 340 нм. Во время

старения происходит выделение частиц вторичных фаз в медной матрице, размер которых составляет 30 нм и расстояние между ними 220 нм.

Максимальный прирост прочности в 370 МПа наблюдался после старения при 450°C в течении получаса. При этом максимальное значение микротвердости достигло 2100 МПа.

Состояние 2.

Высокотемпературный отжиг также приводит к росту зерна. Средний размер 80 мкм. При РКУП наблюдается такая же тенденция, что и для 1 состояния. Происходит значительное измельчение структуры на 1 прохода и при дальнейшей деформации происходит малое измельчение структурных составляющих до среднего размера 150 нм. Старение приводит к небольшому росту структурных составляющих до значения 190 нм.

Наблюдаются как крупные частицы размером 80 нм так и мелкие размером до 5 нм, среднее расстояние между ними 300 нм. РКУП приводит к увеличению доли мелких частиц размером 5 нм, но остается небольшая часть крупных размером до 60 нм. Расстояние между ними увеличивается до 480 нм. Старение приводит к выделению частиц средним размером 25 нм, расположенных на расстоянии 155 нм.

Как в случае состояния 1 максимальный прирост микротвердости после старения наблюдается после выдержки при 450°C в течении получаса. Он составляет 400 МПа и максимальное значение микротвердости сплава достигает 2000 МПа.

Таким образом предварительный отжиг при 1050°C в течении 5 часов, РКУП 8 проходов и постдеформационный отжиг при 450°C в течении получаса способствуют максимальному приросту микротвердости низколегированного сплава системы Cu-Cr. Максимальное значение микротвердости достигает 2100 МПа.

Косвенно доказано, что в условиях ИПД активизируются диффузионные процессы. В результате чего происходит растворение частиц вторичных фаз, приводящее к увеличению ресурса дисперсионного упрочнения при постдеформационной термообработке.